節能減碳與作物病害管理研討會 175-191

利用栽培技術防治瓜類作物土壤傳播性病害

林益昇[1,3]、蘇俊峯[2]
[1] 國立中興大學 植物病理學系
[2] 行政院農業委員會農業試驗所 植物病理組
[3] 連絡作者，電子郵件：yslin1@dragon.nchu.edu.tw

摘 要

瓜類作物之間存在有嫁接親和性，而且各種尖鐮胞萎凋病菌（*Fusarium oxysporum*）對其寄主又有專一性，因此嫁接苦瓜不但成功的防治苦瓜萎凋病（*F. oxysporum* f. sp. *momordicae*），並使苦瓜每公頃產量高達 61-127 公噸，而實生苗苦瓜每公頃產量是 0-24 公噸。此外，將苦瓜 1：1 頂劈嫁接苗放在 20℃的生長條件下保濕處理，即可避免嫁接苗苗枯病、嫁接苗立枯病與日燒症的發生。絲瓜在低溫環境下種植，植株會發生生長不良與猝死的絲瓜萎凋病苗期病徵，若採取晚植措施，即可避開本階段病徵的發生。而絲瓜萎凋病菌（*F. oxysporum f. sp. luffae*）可能有生理小種的分化，利用絲瓜共砧或可減少絲瓜萎凋病。洋香瓜黑點根腐病主要會在採收前 2 星期產生急速萎凋病徵，嚴重影響洋香瓜果實品質，採用耐病的南瓜當根砧，嫁接株雖會被 *Monosporascus cannonballus* 感染，但是嫁接株有較少的急速萎凋病徵產生，使農民仍可收穫高品質的洋香瓜。

關鍵詞：苦瓜萎凋病、絲瓜萎凋病、洋香瓜黑點根腐病、嫁接

緒 言

台灣在耕地面積有限的情況下，作物的栽植大都屬集約式的精緻栽培，連作變成常用的栽培策略。然而連作常使作物受到土壤傳播性病原菌的危害，造成作物產量減少與品質變差（29）。雖然化學藥劑（fungicide）的

應用是農民最能接受的防治方法，但是在作物土壤傳播性病害的管理上，主要仍以苗期病害為主，如由 *Pythium* spp. 與 *Rhizoctonia solani* 所引起的猝倒病與立枯病等苗期病害，因為植株只需較短時間的保護，即可達到效果；至於在成株期發生的土壤傳播性病害，如由 *Fusarium* spp. 與 *Monosporascus cannonballus* 等病原菌所引起的萎凋病和黑點根腐病，則藥劑防治效果不彰 [26]。另外，化學藥劑的施用已經不符合世界的潮流，例如使用土壤燻蒸，如溴化甲烷（methyl bromide fumigation），雖可有效防治多種土壤傳播性作物病害，但土壤燻蒸劑大都含有劇毒，對人體與環境皆有毒害，且依蒙特婁公約規定，在不久的將來，溴化甲烷將分階段禁止使用 [25]。在台灣，依 2003 年行政院環境保護署所頒佈的溴化甲烷管理辦法，溴化甲烷僅可用於進、出口檢疫。因此防治作物土壤傳播性病害大都採用非農藥的防治方法。常見的非農藥防治策略有（a）施行輪作制度 [15]；（b）添加土壤添加物，或可降低西瓜萎凋病的發生 [8]；（c）栽種香蕉、西瓜與洋香瓜抗病品種 [12]；（d）應用抑病土防治西瓜蔓割病 [18]；（e）發展生物防治法防治甘藷萎凋病 [21]；以及應用（f）最具效益的嫁接防治法。

本文將以近年來台灣嚴重發生的瓜類作物土壤傳播性病害，包括苦瓜萎凋病、絲瓜萎凋病和洋香瓜黑點根腐病，說明利用栽培技術於田間防治作物土壤傳播性病害成功的案例。

苦瓜萎凋病與嫁接苦瓜漏脂症的嫁接防治

目前在瓜類作物上，尖鐮胞萎凋病菌共有八個分化型，包括 *F. oxysporum* f. sp. *niveum*、f. sp. *melonis*、f. sp. *cucumerinum*、f. sp. radicis-*cucumerinum*、f. sp. *luffae*、f. sp. *lagenariae*、f. sp. *momordicae* 和 f. sp. *benincase*，分別引起西瓜、洋香瓜、胡瓜、絲瓜、扁蒲、苦瓜和冬瓜萎凋病 [14, 16, 20, 22, 27, 28, 32]。由於各種萎凋病菌對寄主的專一性強，而且瓜類作物之間又有嫁接親和性，因此在 1936 年村田及大原兩氏經試驗多種瓜類作物之嫁接組合，並選用扁蒲為抗病根砧，成功的防治西瓜蔓割病後，嫁接抗病根砧的方法即被用來防治多種瓜類作物萎凋病 [10]。而苦瓜萎凋病罹

病株在初期會顯現半側萎凋，進而維管束褐化、葉片黃化，終至全株萎凋等病徵，使得苦瓜栽培期縮短、產量降低，甚至無收穫。林氏等人(1, 2)以絲瓜為根砧，採用頂劈嫁接的方式嫁接苦瓜蔓穗，嫁接株不但生長旺盛在田間表現良好的耐濕性與抗病性，而且產量遽增（表一）。從 1991-95 年陸續在大甲、大安、新社、烏日、外埔、大雅和清水等地分別試驗、推廣種植各種嫁接方式的嫁接苦瓜，結果指出採用頂劈接苗再割裂根靠接一株絲瓜苗的嫁接株，其每公頃產量達 80-100 公噸左右。而栽種實生苗之苦瓜產量（對照組），每公頃僅有 0-24 公噸左右（表一、二）。

表一、1991 至 1993 年苦瓜嫁接絲瓜砧之田間產量

Table 1. Yields of bitter gourd-loofah grafts in fields between 1991 and 1993

Field	Location	Grafting method	Area (ha)	Cultivated period	Yield (t/ha)
			1991		
B1	Xinshe	Non-grafting	0.1	Mar. ~Apr.	0
B2	Dajia	Cleft grafting	0.2	Feb. ~Oct.	80
B3	Dajia	Cleft grafting	0.3	Feb. ~Oct.	100
B4	Wuri	Tongue approach grafting	0.3	Mar. ~Aug.	24
B5	Daya	Tongue approach grafting	0.1	Mar. ~Sept.	20
			1992		
B6	Qingshui	Non-grafting	0.5	May ~Jul.	5
B7	Qingshui	Non-grafting	0.3	Jun. ~Oct.	24
B8	Wuri	Tongue approach grafting	0.1	Mar. ~Oct.	45
B9	Wuri	Tongue approach grafting	0.2	Apr. ~Oct.	25
B10	Xinshe	Cleft grafting	0.2	Mar. ~Oct.	43
B11	Dajia	Cleft grafting	0.3	Mar. ~Sep.	68
B12	Dajia	Cleft grafting	0.2	Mar. ~Sep.	62
B13	Dajia	Cleft grafting	0.2	Mar. ~Oct.	61
B14	Dajia	Cleft grafting	0.2	Mar. ~Sep.	89
B15	Waipu	Cleft grafting	0.4	Apr. ~Nov.	66
			1993		
B16	Dajia	Cleft grafting	0.4	Mar. ~Oct.	108
B17	Dajia	Cleft grafting	0.4	Mar. ~Oct.	82
B18	Dajia	Cleft grafting	0.2	Mar. ~Oct.	71
B19	Dajia	Cleft grafting	0.3	Mar. ~Oct.	63
B20	Dajia	Cleft grafting	0.2	Mar. ~Oct.	69

表二、1994 至 1995 年苦瓜嫁接絲瓜砧之田間產量
Table 2. Yields of bitter gourd-loofah grafts in fields between 1994 and 1995

Field	Location	Grafting method	Area (ha)	Cultivated period	Yield (t/ha)
			1994		
B21	Dajia	Cleft inarching and cleft root inarching	0.4	Mar. ~ Oct.	101
B22	Dajia	Cleft inarching and cleft root inarching	0.3	Apr. ~ Oct.	84
B23	Dajia	Cleft grafting and cleft root inarching	0.3	Mar. ~ Oct.	56
B24	Dajia	Cleft grafting and cleft root inarching	0.3	Mar. ~ Oct.	71
B25	Dajia	Cleft grafting and cleft root inarching	0.3	Mar. ~ Oct.	68
			1995		
B26	Da-an	Cleft inarching	0.5	Mar. ~ Oct.	34
B27	Dajia	Cleft inarching and cleft root inarching	0.4	Mar. ~ Oct.	127
B28	Dajia	Cleft inarching and cleft root inarching	0.6	Mar. ~ Oct.	82
B29	Dajia	Cleft grafting and cleft root inarching	0.2	Apr. ~ Oct.	118
B30	Dajia	Cleft grafting and cleft root inarching	0.2	Apr. ~ Oct.	109
B31	Dajia	Cleft grafting and cleft root inarching	0.2	Mar. ~ Oct.	105

利用頂劈嫁接絲瓜砧雖可成功防治苦瓜萎凋病，但是有部分嫁接成株在嫁接處流汁、冒泡或是在絲瓜砧的莖部會有裂口、流漏膠狀黏稠物質，當苦瓜進入開花結果期，絲瓜根砧會腐爛，終至死亡。該病害發生的原因目前仍不清楚，因此暫時命名為「嫁接苦瓜漏脂症」，觀察漏脂症之罹病株，發現只有三分之一的導管連接成功，導致水分、養分輸送不良。因此，只要再以割裂根靠接的方法，再行靠接一株絲瓜苗即可有效防治 (3, 5, 6)。

嫁接苦瓜苗的病害種類與無農藥防治

到目前為止，利用嫁接絲瓜砧防治苦瓜萎凋病仍被農民持續的使用。然而頂劈嫁接苗在冬天的培育，絲瓜根砧的胚軸和子葉上初期會產生褐班，進而促使胚軸與子葉枯萎，經鑑定乃由 *Alternaria alternate* f. sp.

cucubitae 所引起的嫁接苗苗枯病。經溫度試驗測試結果顯示，本病害在 16℃以下才會發生[7]。另外，頂劈嫁接苗在夏天高溫多濕環境下培育，絲瓜砧胚軸的嫁接處會產生水侵狀斑點，並迅速擴及苦瓜接穗。但若遇乾燥環境，罹病組織則會皺縮，嫁接苗死亡，本病害乃由 *Rhizoctonia solani* (AG-4) 所引起之嫁接苗立枯病。經溫度試驗測試結果，本病害在 24℃以上的高濕環境才會發生[9]。除了上述兩種苗期病害，在炎熱的夏天，頂劈嫁接苗若處於 28℃以上的高溫環境下，苦瓜接穗則會罹患日燒症而乾枯死亡[9]。綜合上述頂劈嫁接苗病害發生與溫度測試的結果，只要將蔓穗頂劈嫁接苗改為 1：1 頂劈嫁接苗，並放在 20℃的生長條件下保濕處理，即可避免嫁接苗苗枯病、嫁接苗立枯病與日燒症的發生。

絲瓜萎凋病的發生與無農藥防治

絲瓜萎凋病由 *F. oxysporum* f. sp. *luffae*所引起。南投縣埔里鎮的水蛙窟和大坪頂等地區的農民，大都於二月上旬，將「白絲瓜」苗移植於本田。正常的移植苗於 2 星期內即長出新蔓，然而罹病株則開始呈現生長不良、葉片伸展不開、植株矮化；或者根部與莖部維管束褐化後轉黑褐化及植株一側萎凋等病徵，病苗於 2 週內即快速死亡。初期未表現猝倒的植株，在中午蒸散作用旺盛時，會有暫時萎凋的現象，進而葉片一側黃化，莖部與維管束褐化及植株一側萎凋，病株於一個月內死亡，此為絲瓜萎凋病之第一階段苗期病徵。隨著三、四月氣溫逐漸回升，絲瓜快速生長，田間發病的情形會減緩，但成株於初期僅有 1-2 條主根或部分支根的維管束黑褐化，再向莖部蔓延；每當褐化維管束向上越過一個莖節，褐化的維管束數目便會增多，約通過 3-4 個莖節後，莖蔓即表現半側褐化，終至有外部「蔓割」的病徵。在潮濕的環境下（尤其雨後），莖外表褐化或開裂處會有膠脂狀的粘稠物泌出，此為絲瓜萎凋病之第二階段成株期病徵。田間調查指出個別田的發病率可達 40~60%，甚至有達 95% 而廢耕者[4]。

由於本病原菌在低溫時大部份由植株的芽栓（peg，莖、根交接處）侵入，容易引起第一階段的苗期病徵。溫度高時，由芽栓侵入的比例降低，

由根尖侵入的機會升高，而且在高溫環境下，絲瓜的生長快速，在田間不易表現苗期病徵。待開花、結果後，才會有第二階段的成株期病徵出現。因此，採取晚植措施可避開低溫而逃避苗期病害。

在田間病害調查中亦發現，水蛙窟地區的農民將稜角絲瓜與圓筒型絲瓜輪替種植，結果稜角絲瓜不會發生絲瓜萎凋病；此外，南投縣魚池鄉當地農民種植的絲瓜是有別於「白絲瓜」的「綠皮栽培種」，例如「東光 1、2 號」與「阿順」，卻也嚴重發生絲瓜萎凋病。但是從綠皮與白皮絲瓜的罹病株所分離得到的萎凋病菌，在馬鈴薯瓊脂培養基上的培養性狀有差異，因此筆者推測台灣的絲瓜萎凋病菌或許有生理小種的分化，換句話說，絲瓜品種間或許有抵抗萎凋病的品種。因此，以其他品種絲瓜作為共砧，或許能防治絲瓜萎凋病。筆者於1997年二月初在埔里地區絲瓜田，利用圓筒型「白絲瓜」為接穗，圓筒型「旗山長種 1 號絲瓜」為共砧，於 6 處多年發生嚴重萎凋病之絲瓜田種植以頂劈高接法與割裂根靠接法製作之嫁接苗。結果（表三）無嫁接之對照處理於三、四月間「白絲瓜」即嚴重發生絲瓜萎凋病而廢耕（Field-L1 和 -L2）。利用割裂根靠接處理（Field-L3 與 -L4）之嫁接株，亦於三月初開始絲瓜萎凋病，發病率分別為 56 與 17%。四月以後絲瓜萎凋病有緩和的發生，直到八月以後絲瓜萎凋病又再次嚴重發生，發病率分別為 79 與 58%。而利用頂劈高接處理（Field-L5 與 -L6）之嫁接株，栽種初期並未發生絲瓜萎凋病，直到四月初才開始零星發生，但並不嚴重。一直到八月以後絲瓜萎凋病亦無嚴重發生，發病率分別僅為 7 與 3%。

筆者進一步於 2000 年在南投縣魚池鄉舉辦「嫁接絲瓜防治絲瓜萎凋病」之示範觀摩會，並在埔里與魚池地區教導農民以頂劈高接法與割裂根靠接法製作嫁接絲瓜苗。數年下來發現嫁接絲瓜所生產的「白絲瓜」果實的品質與風味俱佳。但未有增產的效果，尤其以美菱為根砧者其生長期較短，反而有產量不佳的現象。2004年在頭社教導絲瓜班的成員以割裂根靠接法，種植「旗山長種 1 號」為根砧，「阿順」為接穗的嫁接絲瓜，結果於六月下旬即發現6處未嫁接之絲瓜田萎凋病的發病率介於 81-92%，而4處嫁接處理者為 2-8%。由於絲瓜萎凋病菌是否有生理小種的分化，目前仍

不明瞭，導致抗/耐病品種仍不可得。但是魚池地區的農民已普遍接受以割裂根靠接法種植絲瓜可有效防治絲瓜萎凋病，因此當地農民從台灣各地自行收集可能的抗/耐病絲瓜品種，將不同品種同時種植於田間，以當作割裂根靠接的絲瓜砧。導致田間出現一棵絲瓜有4-5個根系，其中3-4個是割裂根靠接的根砧，一旦某些根系開始發生絲瓜萎凋病，立即割斷該根系。此種栽培模式，使當地農民可收穫高品質與高產量的絲瓜，媒體戲稱其為三腳或四腳菜瓜，已成為頭社之地方特色。

表三、1997年在埔里利用共砧防治白絲瓜萎凋病[1]

Table 3. Fusarium wilt of "White loofah" management by using loofah as rootstock in diseased nursery at Puli area in 1997 [1]

Field	Grafting method	Area（ha）	Disease incidence（%） 3 Mar.	25 Mar.	4 Apr.	23 Aug.
L1	Non-grafting	0.4	95	95	—	—
L2	Non-grafting	0.3	32	57	69	—
L3	Cleft root inarching	0.2	56	56	56	79
L4	Cleft root inarching	0.3	17	31	39	58
L5	Cleft grafting on top	0.1	0	—[2]	2	7
L6	Cleft grafting on top	0.4	0	0	1	3

1. All plants were transplanted in fields around early February of 1997, and cylindrical loofah, local line of Qishan long, was used as rootstock in all grafted plants.

2. "—" = No data.

利用南瓜根砧防治洋香瓜黑點根腐病

洋香瓜黑點根腐病係由菌 *Monosporascus cannonballus* 所引起，主要發生在熱帶與亞熱帶地區（19），造成世界各地洋香瓜約 10-25% 的經濟損失，甚至使許多個別田廢耕者（23）。洋香瓜受感染初期，地下部主根和側根會出現褐化小病斑，漸漸的擴展癒合成壞疽斑，壞疽斑散生，常出現於根

分支處，最後產生根腐。將植株自土壤中拔起時，罹病根系大都脫落。當發生根腐的根部無法吸收足夠供應植株生長所需的水分時，特別是在果實肥大成熟期（約採收前10-14天），植株地上部葉片便產生「突發性的急速萎凋」（sudden wilt）與罹病株死亡，其所產生的果實因含糖量低而風味不佳，因而失去商品價值[23]。植株死亡後，會在病根表皮上產生該病原菌的子囊殼[17]，尚未發現其無性世代[24]。由於本病害初期時不易觀察到地上部病徵，因此常被忽略與難以診斷[23]。

目前世界各地對黑點根腐病的防治多數仍束手無策，以色列的報告指出，唯有將土壤在植前做溴化甲烷燻蒸（methyl bromide fumigation）處理，方能有效的降低本病害的發生[31]。另有文獻指出以蒲瓜或南瓜（利用頂劈嫁接法）為根砧，在田間可以延後與減緩黑點根腐病的發生至採收後期[13, 31]，但其果實可能是受到根砧效應的影響，鮮食時品質不佳，市場無法接受。但若以舌狀靠接法將洋香瓜嫁接於南瓜根砧上，則洋香瓜果實在鮮食時之品質與實生苗無所差異[30]。

由於嫁接之後的根砧效應會直接影響洋香瓜果實的鮮食品質[30]，因此應用嫁接技術防治洋香瓜黑點根腐病，除了要考慮防病效果之外，亦應考慮嫁接之後的根砧效應對果實鮮食的影響。筆者從 2000 年開始即在彰化縣芳苑鄉、台南縣東山鄉、佳里鎮與西港鄉等多處洋香瓜栽培田，選用 6 種葫蘆科作物當根砧，包括洋香瓜、蒲瓜、南瓜、冬瓜、絲瓜與西瓜等，嘗試 4 種嫁接法包括 1：1 頂劈嫁接法、割裂靠接法、割裂根靠接法與舌狀根靠接法等，評估嫁接技術防治洋香瓜黑點根腐病的可行性，結果發現以蒲瓜、冬瓜與南瓜當根砧之嫁接株，表現較好的黑點根腐病防治效果；以冬瓜與南瓜當根砧之嫁接株，其所產的洋香瓜果實表現較佳的鮮食品質，果實不會有難以入口的風味；採用舌狀根靠接法所製作之嫁接株，在嫁接苗的培育與管理，以及所產洋香瓜果實的鮮食品質，皆優於其他供試的嫁接法。因此選用冬瓜與南瓜當根砧製作舌狀根靠接苗，或可在田間防治洋香瓜黑點根腐病。

進一步，筆者於 2005 年 11 月在台南縣七股鄉兩處洋香瓜栽培田（試驗田Ⅰ與Ⅱ），分別依拉丁方格設計與逢機完全區集設計，進行洋香瓜黑點

根腐病之舌狀根靠嫁接防治試驗，選用洋香瓜藍寶石 2 號當接穗，冬瓜 1202 與南瓜 1913 當根砧。結果在試驗田Ⅰ中，供試的嫁接苗與實生苗初期生長良好，定植後 8 星期內皆無萎凋發生。定植 9 星期以後，供試植株地上部開始表現葉片黃化與萎凋，地下部則出現根腐指數 1 的病徵，由這些病斑可分離得到黑點根腐病菌。定植第 11 星期以後，實生苗與以冬瓜 1202 為根砧的嫁接株，萎凋率達 76% 以上，洋香瓜無收穫或所產洋香瓜尚未完全成熟品質不佳。以南瓜 1913 為根砧的嫁接株在田間表現暫時性萎凋的特性，定植第 11 星期以後，萎凋率由 23%下降為 2%，並與對照組差異顯著（$p< 0.05$）（表四），且仍有符合商品價值的洋香瓜採收。待果實採收後，計算實生苗與嫁接株的根數，實生苗只有 6.8/plant，與以冬瓜 1202 與南瓜 1913 為根砧兩種嫁接株的根數 8.1 與 8.2/plant，皆差異顯著（$p< 0.05$）。其中，嫁接株的根砧與接穗根數所佔百分比，以冬瓜 1202 當根砧的嫁接株為 21%：79%，以南瓜 1913 當根砧的嫁接株為 54%：46%。不論根砧或接穗根部，皆有程度不一的根腐，其中實生苗與以冬瓜 1202 為根砧嫁接株的接穗根系，根腐指數皆為 2.6，但是以南瓜 1913 為根砧嫁接株的接穗根系，根腐指數只有 1.2。另外，冬瓜 1202 與南瓜 1913 根砧根系的根腐指數，分別為 3.8 與 1.1，兩者呈差異顯著（$p< 0.05$）（表四）。

在試驗田Ⅱ中，定植 9 星期供試植株開始發生黑點根腐病，定植第 11 星期以後，實生苗與以冬瓜 1202 當根砧的嫁接株萎凋率達 80%以上，實生苗甚至死亡，無洋香瓜可採收。以南瓜 1913 為根砧的嫁接株在田間表現暫時性萎凋的特性，定植後第 11 星期至採收期，萎凋率由 67%下降至 37%（表四）。待果實採收後，計算實生苗與嫁接株的根數，實生苗為 6.7/plant，以冬瓜與南瓜當根砧的嫁接株則分別為 8 與 7.9/plant。分析嫁接株的根砧與接穗根數所佔百分比，以冬瓜 1202 當根砧的嫁接株分別為 20%與 80%，以南瓜 1913 當根砧的嫁接株則分別為 54%與 46%。實生苗與以冬瓜 1202 為根砧嫁接株的接穗根系，根腐指數分別為 2.8 與 2.7，而以南瓜 1913 當根砧的嫁接株的接穗根系只有 1.7。此外，根砧根系的根腐指數，冬瓜 1202 與南瓜 1913 分別為 3.8 與 1.6，兩者呈差異顯著（$p< 0.05$）（表四）。

表四、洋香瓜舌狀根靠接株在七股鄉田間由黑點根腐病所致之萎凋率與根腐指數 [1]

Table 4. The wilt rate and root rot index of muskmelon tongue root inarching grafts due to root rot/vine decline at Chigu field [1]

Field	Rootstock	Wilt rate (%) weeks after transplanting			Root number per plant	Root number (Percentage)		Root rot index (0-4)[2]	
		8	11	12		Rootstock	Scion	Rootstock	Scion
Ⅰ	CK (non-grafting)	0	76 b	76 b[3]	6.8 b	-[4]	6.8 (100)	-	2.6 b
	Wax gourd 1202	0	89 b	89 b	8.1 a	1.7 (28)	6.4 (72)	3.8 b	2.6 b
	Squash 1913	0	23 a	2 a	8.2 a	4.7 (54)	3.5 (46)	1.1 a	1.2 a
Ⅱ	CK (non-grafting)	0	95 b	95 c	6.7 b	-	6.7 (100)	-	2.8 b
	Wax gourd 1202	0	80 a	80 b	8.0 a	1.7 (20)	6.4 (80)	3.8 b	2.7 b
	Squash 1913	0	67 a	37 a	7.9 a	4.4 (54)	3.6 (46)	1.6 a	1.7 a

1 Two hundred and 240 plants were assayed for each treatment in the experimental fields Ⅰ and Ⅱ, respectively, at Chigu, Tainan. The date of transplanting was 7 and 9 November, 2005, and of harvesting 8 and 9 February, 2006, respectively.

2 After harvest, all of the roots were collected for determining the root rot index, based on a scale of 0-4: 0=Healthy; 1=Red lesion; 2=Necrotic spot; 3=Root rot; and 4=Perithecia formed on root surface.

3 Values followed by the same letter in the column are not significantly different at p= 0.05, according to Duncan's Multiple Range Test.

4 "—" = No data.

筆者又於 2007 年 8 月在台南縣西港鄉選定一處洋香瓜栽培田，用洋香瓜藍寶石 1 號當接穗，洋香瓜 0596 與南瓜 1913 當根砧，利用舌狀根靠接法製作嫁接苗，採逢機完全區集設計，於 8 月 27 日將嫁接株定植於該田。結果植株初期生長良好，定植後 7 星期之內皆無黑點根腐病地上部病徵的發生。然而定植後第 8 星期，供試植株皆開始有零星出現黑點根腐病的地上部病徵，罹病株表現葉片黃化、萎凋與果實曝露。無嫁接之實生株、以洋香瓜 0596 與南瓜 1913 當根砧之嫁接株，地上部萎凋率分別為 7、15 與 1%。此時田間進行疏果，使每棵植株上僅留 1 或 2 顆洋香瓜果實。植株定植後第 9 星期，田間發生黃葉、萎凋的罹病株持續增加，到定植後第 10 星期，3 種處理的植株萎凋率分別達 43、57 與 19%，仍以南瓜 1913 當根砧之嫁接株，萎凋率為最低（表五）。植株定植後第 11 星期，分兩次（11 月 6 與 9 日）採收具市場價值的洋香瓜，第一次採收時，以無嫁接之實生株的產量較多，每 40 棵植株採收 31 顆洋香瓜，共可採收 50.8 kg/40 plants；而以南瓜 1913 當根砧之嫁接株的產量較少，每 40 棵植株採收 22 顆洋香瓜，共可採收 36.1 kg/40 plants。第二次採收時，則以南瓜 1913 當根砧之嫁接株的產量較多，每 40 棵植株採收 44 顆洋香瓜，共可採收 64.2 kg/40 plants；而無嫁接之實生株的產量較少，每 40 棵植株採收 19 顆洋香瓜，共可採收 31.2 kg/40 plants。綜合兩次採收的結果，以南瓜 1913 當根砧之嫁接苗的產量最多，每 40 棵植株可採收 100.3 kg/40 plants；而以洋香瓜 0596 當根砧之嫁接株的產量最少，每 40 棵植株可採收 70.8 kg/40 plants（表六）。待果實採收後，計算實生苗與嫁接株的根數，實生苗只有 6.6/plant，與以洋香瓜 0596 與南瓜 1913 為根砧兩種嫁接株的根數 10.1 與 8.7/plant，皆差異顯著（$p < 0.05$）。其中，嫁接株的根砧與接穗根數所佔百分比，以洋香瓜 0596 當根砧的嫁接株為 49%：51%，以南瓜 1913 當根砧的嫁接株為 47%：53%。不論根砧或接穗根部，皆有程度不一的根腐，其中實生苗與以洋香瓜 0596 為根砧嫁接株的接穗根系，根腐指數分別為 3 與 3.1，但是以南瓜 1913 為根砧嫁接株的接穗根系，根腐指數只有 1.7。另外，洋香瓜 0596 與南瓜 1913 根砧根系的根腐指數，分別為 3.1 與 1.9，兩者差異顯著（$p < 0.05$）（表五）。

討　論

在防治策略的擬定當中，利用栽培技術防治作物病害是最符合節能減碳的考量，因為利用栽培技術防治作物病害必須先考量病害發生的條件與環境，再運用種種耕作策略而達防治病害或逃避病害的防治效果。如發生在嫁接絲瓜砧之苦瓜苗苗期的三種病害，一旦了解發病的適溫，不用任何的藥劑處理或策略，只要將蔓穗頂劈嫁接苗改為1：1頂劈嫁接苗，並放在20℃的生長條件下保濕處理，即可避免苗枯病、立枯病與日燒症的發生。又如絲瓜在二月底（低溫環境）定植於本田後會嚴重發生絲瓜萎凋病之第一階段苗期病徵，只需採取晚植避開低溫環境，即可逃避本苗期病害。而嫁接則可快速獲得抗/耐病品種，而且防治病害的效果明顯。所謂嫁接乃是將兩個或以上的獨立植株個體，分別切取部分組織部位，將其在維管束組織部位組合，當該處癒合後成為一單獨的植株個體，即為嫁接株(12)。由此可知，嫁接的原理其實很簡單，乃是利用作物受傷後的自我修復機制與作物間的嫁接親合性，將兩個獨立的個體組合成一個個體，而品種系越接近者，嫁接成活率也越高，如絲瓜與絲瓜共砧，嫁接成活率定高於絲瓜砧頂劈嫁接苦瓜。此外，嫁接法亦會影響嫁接成活率，如舌狀靠接的嫁接成活率必定高於頂劈嫁接法。因此不同的根砧與嫁接法的選用，則需視研究的目的而定，如防治苦瓜萎凋病時需採用抗病根砧絲瓜，不能選用苦瓜共砧，嫁接法的選用則需以割裂靠接與頂劈接，不能選用舌狀靠接或割裂根靠接（表一），使苦瓜的根部完全離開帶有病原菌的土壤，不會遭受危害。而絲瓜萎凋病則由於病原菌可能有生理小種的存在，因此可以選擇同為絲瓜的菱角絲瓜或圓筒型絲瓜為共砧，一方面增加嫁接苗成活率與減少嫁接不親和的發生；另一方面亦可達防治病害的效果（表三）。然而，由於洋香瓜具有在口感與風味有特殊需求的特性，因此在黑點根腐病的防治上，則果實鮮食的品質必需列為優先考慮，一般說來，頂劈嫁接的根砧效應應該高於舌狀靠接，因此選用舌狀靠接一面可減少根砧效應影響，另一方面亦可增加嫁接株的成活率。唯需特別注意，所選用的根砧必須為耐病根砧，一旦病原菌濃度高於其臨界濃度時，洋香瓜黑點根腐病亦會嚴重發生。

表五、洋香瓜舌狀根靠接株在西港鄉田間由黑點根腐病所致之萎凋率與根腐指數 [1]

Table 5. The wilt rate and root rot index of muskmelon tongue root inarching grafts due to root rot/vine decline at Sigang field [1]

Rootstock	Wilt rate (%) weeks after transplanting 7	8	9	10	Root number per plant	Root number (Percentage) Rootstock	Scion	Root rot index (0-4) [2] Rootstock	Scion
Non-grafting	0	7 a [3]	36 a	43 ab	6.6 c	- [4]	6.6 (100)	-	3 a
Muskmelon 0596	0	15 a	38 a	57 b	10.1 a	4.9 (49)	5.2 (51)	3.1 a	3.1 a
Squash 1913	0	1 a	14 a	19 a	8.7 b	4.1 (47)	4.7 (53)	1.9 b	1.7 b

[1] One hundred and sixty plants of each treatment were assayed. The seeding date was at 7 August 2007 and grafting was done the next 2-3 weeks. The harvesting date was 6 and 9 November 2007.

[2] After harvest, all of the roots were collected for determining the root rot index, based on a scale of 0-4: 0=Healthy; 1=Red lesion; 2=Necrotic spot; 3=Root rot; and 4=Perithecia formed on root surface.

[3] Values followed by the same letter in the column are not significantly different at p= 0.05, according to Duncan’s Multiple Range Test.

[4] “－”= No data.

表六、不同根砧對洋香瓜舌狀根靠接株洋香瓜產量的影響（2007）[1]

Table 6. Effect of different rootstocks on yield of muskmelon tongue root inarching grafts (2007) [1]

Rootstock	1st harvest Fruit (numbers/40 plants)	Fruit weight (kg/fruit)	Yield (kg/40 plants)	2nd harvest Fruit (numbers/40 plants)	Fruit weight (kg/fruit)	Yield (kg/40 plants)	Total yield (kg/40 plants)
Non-grafting	31 a	1.75 a	53.8 a	19 b	1.64 a	31.2 b	84.9 a
Muskmelon 0596	24 a	1.71 a	40.4 a	21 b	1.43 a	30.4 b	70.8 a
Squash 1913	22 a	1.64 a	36.1 a	44 a	1.46 a	64.2 a	100.3 a

1. One hundred and sixty plants of each treatment were assayed. The seeding date was at 7 August 2007 and grafting was done the next 2-3 weeks. The harvesting date was 6 and 9 November 2007.

2. Values followed by the same letter in the column are not significantly different at p= 0.05, according to Duncan’s Multiple Range Test.

引用文獻

1. 林益昇、宋曉清、黃家興。1992。利用絲瓜抗病根砧防治苦瓜萎凋病。病蟲害非防治技術研討會專刊，251-258 頁。中華植物保護學會編印。359 頁。
2. 林益昇、黃家興、宋曉清。1998。 苦瓜-絲瓜嫁接株對苦瓜萎凋病菌之抵抗性及其產量。植保會刊 40: 121-132。
3. 林益昇、黃國修。1995。苦瓜-絲瓜嫁接不親和現象之鑑定與糾正。植物病理學會刊 4：213-214。
4. 林益昇、蘇俊峰。2001。台灣絲瓜萎凋病之鑑定。植保會刊 43：215-226。
5. 林益昇。2001。 苦瓜萎凋病之檢疫與嫁接防治。 38-53 頁，海峽兩岸動植物防疫檢疫研討會報告書，農委會動植物防疫檢疫局，168 頁。
6. 林益昇。2003。三品苦瓜-苦瓜根部保護。行政院農業委員會動植物防疫檢疫局農業推廣影片 EX028。台中。十九分鐘。
7. 黃家興、林益昇、潘瓊美。1998。台灣苦瓜-絲瓜嫁接苗苗枯病之鑑定與防治。植保會刊 40：397-409。
8. 黃振文。1991。利用土壤添加物防治作物之土壤傳播性病害。植保會刊 33：113-123。
9. 黃國修、林益昇。1995。苦瓜-絲瓜嫁接苗立枯病與日燒症之鑑定與防治。植物病理學會刊 4：214。
10. 黃國修。1995。苦瓜嫁接絲瓜砧的病害鑑定與管理。國立中興大學植物病理學系碩士論文。132 頁。
11. 黃新川。1985。香蕉黃葉病之生態與防治。植保會刊 27：233-245。
12. Andrews, P. K., and Marquez, C. S. 1993. Graft incompatibility. Hort. Rev. 15: 183-232.
13. Edelstein, M., Cohen, R., Burger, Y., Shriber, S., Pivonia, S., and Shtienberg, D. 1999. Integrated management of sudden wilt in melons, caused by *Monosporascus cannonballus*, using grafting and reduced rates of methyl bromide. Plant Dis. 83: 1142-1145.

14. Gerlagh, M., and Ester, A. 1985. *Fusarium oxysporum* f. sp. *benicasae,* a new adaptation of *Fusarium oxysporum* to a cucurbitacdeous crop. Mededelingen van de Faculteit van Landbouww etenschappen Kijksuniversiteit Gent 50/3 B: 1045-1048.
15. Hopkins, D. J., and Elmstrom, G. W. 1984. Effect of non-host crop plants on watermelon Fusarium wilt. Plant Dis. 68：239-241.
16. Kawai, I., Suzuki, H., and Kawai, K. 1958. On the pathogenicity of wilt *Fusarium* of the cucurbitaceous plants and their forms. Shizuoka Agric. Exp. Stn. Bull. 3: 49-68. (In Japanese, with English summary).
17. Kim, D. H., Rasmussen, S. L., and Stanghellini, M. E. 1995. *Monosporascus cannonballus* root rot of muskmelon: Root infection and symptom development in relation to soil temperature. (Abstr.) Phytopathology 85: 1195.
18. Larkin, R. P., Hopkins, D. L., and Martin, F. N. 1993. Ecology of *Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum* in soils suppressive and conducive to Fusarium wilt of watermelon. Phytopathology 83：1105-1116.
19. Martyn, R. D., and Miller, M. E. 1996. Monosporascus root rot and vine decline: An emerging disease of melons worldwide. Plant Dis. 80: 716-725.
20. Matuo, T., and Yamamoto, I. 1967. On *Fusarium oxysporum* f.sp. *lagenariae* n.f. causing wilt of *Lagenaria vulgaris* var.*hispida*. Trans. Mycol. Soc. Japan 8: 61-63.
21. Ogawa, K., and Komada, H. 1984. Biological control of *Fusarium* wilt of sweet potato by nonpathogenic *Fusarium oxysporum*. Ann. Phytopathol. Soc. Japan 50: 1-9.
22. Owen, J. H. 1956. Cucumber wilt, caused by *Fursarium oxysporum* f. *cucumerinum* n. f. Phytopathology 46: 153-157.
23. Pivonia, S., Cohen, R., Kafkafi, U., Ben Ze’ev, I. S., and Katan, J. 1997. Sudden wilt of melons in southern Israel: Fungal agents and relationship

with plant development. Plant Dis. 81: 1264-1268.

24. Pollack, F. G., and Uecker, F. A. 1974. *Monosporascus cannonballus* an unusual ascomycete in cantaloupe roots. Mycology 66: 346-349.
25. Ristaino, J. B., and Thomas, W. 1997. Agriculture, methyl bromide, and the ozone hole. Can we fill the gaps? Plant Dis. 81: 964-977.
26. Shnha, A. P., Singh, K., and Mukhopadhyay, A. N. 1988. Soil Fungicides. CRC Press, Boca Raton, FL.
27. Snyder, W. C., and Hansen, H. N. 1940. The species concept in *Fusarium*. Amer. J. Bot. 27: 64-67.
28. Sun, S. K., and Huang, J. W. 1983. A new *Fusarium* wilt of bitter gound in Taiwan. Plant Dis. 67: 226-227.
29. Takahashi, K. 1984. Injury by continuous cropping in vegetables: various problems in the cultivation using grafted plants. *Yasaishikenjo Kenkyu Shiryo* 18: 87-89. (In Japanese).
30. Traka-Mavrona, E., Koutsika-Sotiriou, M., and Pritsa, T. 2000. Response of squash (*Cucurbita* spp.) as rootstock for melon (*Cucumis* melo L.). Sci. Hort. 83: 353-362.
31. Ucko, O., Maduel, A., Grinstein, A., and Katan, J. 1992. Combined methods of soil disinfestation for controlling melon collapse with reduced methyl bromide dosages. (Abstr.) Phytoparasitica 20: 229-230.
32. Vakalounakis, D. J. 1996. Root and stem rot of cucumber caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum* f. sp. nov. Plant Dis. 80: 313-316.

Using Cultivation Practices in Soil-borne Disease Management of Cucurbitaceous Plants

Lin, Y, S.[1,3], and Su, J. F.[2]

[1] Department of Plant Pathology, National Chung Hsing University, Taichung, Taiwan, R.O.C.

[2] Plant Pathology Division, Taiwan Agricultural Research Institute, Wu-Feng Thaichung, Taiwan, R.O.C.

[3] Corresponding author, Email: yslin1@dragon.nchu.edu.tw

ABSTRACT

Grafting compatibility and host specificity of *Fusarium oxysporum* commonly exist among different species of cucurbitaceous plants. Bitter gourd grafts not only control Fusarium wilt caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *momordicae* but increase the bitter gourd yield to 61 to 127 tons per hectare. In contrast, the non-grafted bitter gourd only gave a yield from none to 24 tons per hectare. Others, let 1:1 seedling grafts were incubated in 20^{o}C and wetting condition, the diseases caused by *Alternaria alternate* f. sp. *cucubitae* and *Rhizoctonia solani* and sunscald could be escaped. Under low temperature condition, loofah plants may appear symptoms of ill growth and sudden death, which were the seedling symptoms of Fusarium wilt (*F. oxysporum f. sp. luffae*). So, delaying loofah transplanting date, these symptoms will vanish. On the other hand, *F. oxysporum f. sp. luffae* may have differentiation in races. By using resistant/tolerant loofah as rootstock, this disease will be reduced. The sudden wilt of root rot/vine decline of muskmelon appeared 2 weeks before harvesting, and this symptom seriously affected fruit quality of muskmelon. By using squash as rootstock, although the grafts were infected by *Monosporascus cannonballus*, the sudden wilt was reduced, and high quality fruits of muskmelon were available.

Key words: Fusarium wilt of bitter gourd, Fuasium wilt of loofah, root rot/vine decline of muskmelon, grafting